

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP403048477A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03048477 A  
TITLE: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE  
PUBN-DATE: March 1, 1991

INVENTOR- INFORMATION:

NAME  
KITAJIMA, SHIGEKI  
KAYANE, NAOKI  
SASAKI, SHINYA  
TSUSHIMA, HIDEAKI

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP01182705

APPL-DATE: July 17, 1989

INT-CL (IPC): H01S003/18, H04B010/04 , H01S003/096

US-CL-CURRENT: 372/34

ABSTRACT:

PURPOSE: To realize a high-speed control of light frequency using semiconductor module by means of a simple control circuit by putting a semiconductor laser side by side with a heating element for making the sum of a calorific values from said semiconductor laser and said heating element constant.

CONSTITUTION: Light output 101 from a semiconductor laser 1 for light

emission is under the control of an injection current control circuit 10, a calorific value stabilization circuit 20 and a temperature stabilization circuit 40. The calorific value stabilization circuit 20 controls an injection current 200 so that the sum of an injection current 200 and an induction current 100 may be constant. Thereby, the sum of a calorific value from the semiconductor laser 1 for light emission and a calorific value of the semiconductor laser 2 for light emission is constant. Further, in the temperature stabilization circuit 40 negative feedback is applied to a temperature element 5 so that the value from a temperature sensor 4 may be constant. Further, by arranging the temperature sensor 4 in a position being about equally distant from the semiconductor laser 1 for light emission and from the semiconductor laser 2 for heating, light frequency control independent of a temperature control system can be done even when the injected current 100 is changed.

COPYRIGHT: (C)1991, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平3-48477

⑬ Int. Cl. 5

H 01 S 3/18  
H 04 B 10/04  
// H 01 S 3/096

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月1日

7377-5F

7377-5F

8523-5K

H 04 B 9/00

S

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全6頁)

## ⑮ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 平1-182705

⑯ 出 願 平1(1989)7月17日

⑰ 発明者 北島 茂樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰ 発明者 茅根 直樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰ 発明者 佐々木 慎也 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰ 発明者 対馬 英明 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑰ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

半導体レーザ装置

## 2. 特許請求の範囲

- 半導体レーザと発熱素子を並置し、該半導体レーザと該発熱素子からの発热量の和を一定とすることを特徴とする半導体レーザ装置。
- 上記特許請求の範囲第1項において、該発熱素子に該半導体レーザと同じ材質のダイオードを用いることを特徴とする半導体レーザ装置。
- 上記特許請求の範囲第1項において、該発熱素子に該半導体レーザと同じ半導体レーザを用いることを特徴とする半導体レーザ装置。
- 上記特許請求の範囲第1項、第2項及び、第3項の半導体レーザ装置と温度センサと温度制御素子から構成される半導体レーザモジュールにおいて、該半導体レーザと該発熱素子とを一つの温度センサに接するように配置したことを特徴とする半導体レーザモジュール。
- 上記特許請求の範囲第1項、第2項及び、第3項の半導体レーザ装置と温度センサと温度制御素子から構成される半導体レーザモジュールにおいて、該半導体レーザと該発熱素子と略等距離の位置に温度センサを配置したことを特徴とする半導体レーザモジュール。
- 上記特許請求の範囲第1項、第2項及び、第3項の半導体レーザ装置と温度センサと温度制御素子から構成される半導体レーザモジュールにおいて、該半導体レーザと該発熱素子と略等距離の位置に温度センサを配置したことを特徴とする半導体レーザモジュール。

3. 项の半導体レーザ装置と温度センサと温度制御素子から構成される半導体レーザモジュールにおいて、該半導体レーザと該発熱素子とを一つの温度センサに接するように配置したことを特徴とする半導体レーザモジュール。

6. 上記特許請求の範囲第4項もしくは、第5項の半導体レーザモジュールと半導体レーザ注入電流制御回路と発熱素子注入電流制御回路と温度安定化回路から構成される光送信装置において、該発熱素子の注入電流を該半導体レーザへの注入電流に応じて制御することを特徴とする光送信装置。

7. 上記特許請求の範囲第6項において、該発熱素子注入電流制御回路を、該半導体レーザと該発熱素子への注入電流の和が一定になるように制御する回路とすることを特徴とする光送信装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

本発明は、光通信もしくは、光計測に用いる光

周波数を制した半導体レーザ装置に関する。

【従来の技術】

半導体レーザの光周波数は、温度と注入電流に依存して変化する。光周波数を高速に制御するためには、高速変化の困難な温度は安定化し、注入電流により制御する必要がある。

第2図に従来の半導体レーザ装置の構成図を示す。

半導体レーザ1の温度は、温度センサ4からの信号を温度制御回路40を通して温度制御素子5に負帰還することで安定化している。6はヒートシンクである。この温度安定状態を維持するためには、熱的に平衡状態にあることが必要になる。すなわち、半導体レーザ1への注入電流100が定常状態にあり、半導体レーザ1の発熱量が一定である時に、温度が安定となる。

出力光101の光周波数の変更は、温度を一定に保った状態で、入力信号102をもとに半導体レーザへの注入電流100を変更することにより行う。しかし、注入電流変化は半導体レーザ1の

発熱量の変化を生じさせてるので、熱平衡状態は崩れる。

第3図は、第2図のB-B'断面図であり、発熱量がH<sub>1</sub>からH<sub>2</sub>へ変化した時の、熱の流れを矢印で示している。発熱量がH<sub>1</sub>で安定した状態(a)では、半導体レーザ1から1本の矢印が出ており、温度制御素子5及び、ヒートシンク6へ移動する熱量もH<sub>1</sub>である。この状態(a)から、注入電流を増し、発熱量が増加すると、(b)システム3への流入熱量はH<sub>2</sub>に増加し、温度制御素子5の吸熱量はH<sub>1</sub>のままとなるので、システム3の温度が上昇する。この後、第2図に示す温度制御回路40は、温度センサ4における検知温度(システム3の温度)の上昇を補正するように、温度制御素子5の吸熱量を増加し、目標温度に追い込んでいく(c)。この状態では、温度制御素子5の吸熱量及び、システム3の温度は不安定である。再びシステム3の温度が安定になるのは、温度制御素子5の吸熱量がH<sub>1</sub>で熱平衡状態(d)となる時である。

この温度安定化に要する時間は、温度制御系の特性すなわち、温度誤差信号を温度制御信号に変換するゲインおよび時定数で決まり、数秒から數十秒かかっていた。この温度制御系の特性は、レーザ回りの熱容量、熱伝導率等から決められる。

これまで、温度制御の精度を向上するため、温度センサを半導体レーザ素子と近づける方法等が、考案されている。これは、レーザ回りの熱容量の低減、熱伝導率の向上等といった、構造の改善に留まっており、温度制御素子自体の熱容量等の問題は、解決されていなかった。また、熱平衡状態の維持といった問題に関する考慮は、なされていなかった。

関連する従来技術としては、特開昭63-181389号、同63-169783号公報などが挙げられる。

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術では、光周波数を変更するための注入電流の変化は、半導体レーザからの発熱量変化を生じさせ、熱平衡状態を崩すことになるため、

再び温度が安定になるまでに時間がかかるという問題点があった。

本発明の目的は、半導体レーザの注入電流に関わらず、高速で光周波数を変化させ、移行先で安定にできる半導体レーザ装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、光周波数を高速に制御しても、該温度センサによる検出温度の変化しない上記半導体レーザを用いた半導体レーザモジュールを提供することにある。

本発明の他の目的は、上記半導体レーザモジュールを用いた光周波数の高速制御を簡単な制御回路で実現可能とした光送信装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

上記目的は、半導体レーザと発熱素子を並置し、該半導体レーザと該発熱素子からの発熱量の和を一定にすることにより達成される。

また、他の目的は、温度センサを該半導体レーザと該発熱素子と略等距離の位置に配置するもし

くは、該半導体レーザと該発熱素子とを一つの温度センサに接するように配置することにより達成される。

また、他の目的は、上記発熱素子には発光用半導体レーザと同じ半導体レーザ、もしくは同じ材料のダイオードを用い、該発熱素子注入電流制御回路は、該半導体レーザと該発熱素子への注入電流の和が一定になるように制御することにより達成される。

#### 【作用】

半導体レーザへの注入電流を高速に変化させて発振周波数を変化させると、半導体レーザからの発熱量が変化する。発熱素子からの発熱量を、半導体レーザからの発熱量との和が一定となるように制御することは、半導体レーザへの注入電流が変化しても、温度制御系では常に熱平衡状態が保たれ、温度を安定にする作用がある。

また、温度センサを該半導体レーザと該発熱素子と略等距離の位置に配置するもしくは、該半導体レーザと該発熱素子とを一つの温度センサに接

するように配置することは、該半導体レーザと該発熱素子からの発熱量の和が一定の時、検知する温度を一定にするので、注入電流変化の温度制御系への影響を抑える作用がある。

また、発熱素子に発光用半導体レーザと同じ半導体レーザもしくは、同じ材料のダイオードを用いることは、半導体レーザと発熱素子への注入電流の和を一定にすることで、総発熱量を一定にできるようになり、制御回路を簡潔にできる。

#### 【実施例】

本発明の一実施例の構成図を第1図に示す。本実施例は、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2、システム3、温度センサ(サーミスタ)4、温度制御素子(ペルチエ素子)5、ヒートシンク6から構成されている。また、発光用半導体レーザ1からの光出力101は、注入電流制御回路10、発熱量安定化回路20、温度安定化回路40によって制御されている。さらに発熱用半導体レーザ2は、発光用半導体レーザ1と同一チップ基板に構成されている。

発光用半導体レーザ1からの光出力101の光周波数は、入力信号102をもとに注入電流制御回路10から出力される注入電流100の変化に従って変わる。この時、発光用半導体レーザ1の発熱量も変化する。

発熱量安定化回路20は、第4図に示すように注入電流200と注入電流100との和が一定となるよう注入電流200を制御している。これにより、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2からの発熱量の和は、一定となる。また、温度安定化回路40では、温度センサ4(サーミスタ)からの値が、一定となるように温度制御素子(ペルチエ素子)5へ負帰還をかけている。

第5図は、第1図のA-A'断面図であり、本実施例での熱の流れを矢印で示している。

(a)は発光用半導体レーザ1の発熱量がH<sub>1</sub>の状態で矢印が1本、発熱用半導体レーザ2の発熱量はH<sub>2</sub>で矢印が2本出ている。発熱量の和はH<sub>1</sub>となり、ペルチエ素子5および、ヒートシンク6への熱の移動量はH<sub>3</sub>で熱平衡状態にある。

これを発光用半導体レーザ1の発熱量がH<sub>1</sub>の状態(b)に変化すると、発熱用半導体レーザ2の発熱量はH<sub>2</sub>となる。この時発熱量の和はH<sub>1</sub>と変わらず、ペルチエ素子5の吸熱量はH<sub>3</sub>である。システム3からペルチエ素子5にかけての温度分布は、各々の注入電流は変化しても熱平衡状態を保ち、安定している。

ここで、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2を同一チップ基板に構成することで、その間隔を約400μmに接近することができる。これにより、温度分布の変化する領域を小さくすることができるので、(a)の状態から(b)の状態へは、ミリ秒オーダーで変化できる。さらに、温度センサ(サーミスタ)4は半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2から略等距離にあるので、注入電流100が変化しても検知温度は変化しない。従って、温度安定化回路40及び、ペルチエ素子5に影響されずに、光周波数を変化させることができる。

次に、発熱量制御回路20の構成の例を注入電流

流制御回路10とともに第6図に示す。電圧-電流変換回路11, 21は同じものを用い、各々入力電圧 $V_1$ ,  $V_2$ に対する出力は、 $I_1 = kV_1$ ,  $I_2 = kV_2$ とする。注入電流100を決める入力信号102の電圧 $V_1$ は、発熱量制御回路20に入力される。この $V_1$ をオペアンプ22を用いて $V_2$ に変換する。

$$V_2 = 2V_1 - V_1 \quad (\text{但し}, R_1 = R_2)$$

この時、注入電流の和 $I_1 + I_2$ は、

$$I_1 + I_2 = k(V_1 + V_2) = 2kV_1$$

となり、 $V_1$ を定電圧として注入電流の和を一定にできる。この発熱量制御回路20は、第6図に示される回路に限定されるものではない。

なお、発熱用半導体レーザ2からの発熱量を、発光用半導体レーザ1からの発熱量との和が一定となるように制御することで、注入電流100が変化しても、温度制御系では常に熱平衡状態が保たれ、温度を安定にでき、光周波数を安定にすることができる。

また、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2からの発熱量の和が一定となるように制御することで、注入電流100が変化しても、温度制御系では常に熱平衡状態が保たれ、温度を安定にでき、光周波数を安定にすることができる。

また、発熱素子に発光用半導体レーザと同じ半導体レーザを用いているが、これは同じ材質のダイオードを用いててもよい。

さらに、発熱素子を抵抗のように簡単な素子を用いて、発熱量制御回路にて発熱特性を補正し、発熱量の和を一定にする方法でもよい。

また、半導体レーザと発熱素子とともに注入電流制御回路を光電子集積回路として、一つの素子に組み込むこともよい。光電子集積回路にすることは、半導体レーザと発熱素子との距離を小さくし、素子の性質を等しくすることを容易にする効果がある。

上記実施例では、温度センサ4にサーミスタを用いているが、これは、IC温度センサ、白金測温体、熱電対であってもよい。さらに、IC温度センサ、白金測温体といった板状の温度センサを用いる場合には、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2とを一つの温度センサに接する構成であっても、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2からの発熱量の和が一定の時の検知

レーザ2を同一チップ基板に成することで、その間隔を約400μmと短くすることができ、温度分布の変化する領域を小さくすることができる。

さらに、温度センサ4を発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2と略等距離の位置に配置することにより、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2からの発熱量の和が一定の時、検知する温度が一定になるので、注入電流100を変更しても、温度制御系に影響されない光周波数制御が可能になる。

また、発熱素子に発光用半導体レーザ1と同じ半導体レーザ2を用いることは、発熱量制御を注入電流100および200の和を一定にすることを実現できる。

本発明においては、以上の実施例の他にも以下の様々な様な変形が可能である。

上記実施例では、発光用半導体レーザ1と発熱用半導体レーザ2を同一チップ基板に構成しているが、これは異なるチップ基板の半導体レーザを構成してもよい。

また、

温度を一定にすることができる。

上記実施例では、一つの電極の半導体レーザを用いているが、これは、複数の電極を持つ半導体レーザにおいても、同じ効果を得られる。

#### 【発明の効果】

以上述べてきたように本発明によれば、発熱素子からの発熱量を、半導体レーザからの発熱量との和が一定となるように制御することで、半導体レーザへの注入電流が変化しても、温度制御系では常に熱平衡状態が保たれる。従って、温度を安定にし、光周波数を安定にする効果がある。

また、発熱素子に半導体レーザと同じ材質のダイオードを用いることは、半導体レーザと発熱素子に注入する電流の和を一定にすることで発熱量を一定にする効果がある。

また、発熱素子に発光用半導体レーザ1と同じ半導体レーザ2を用いると、半導体レーザと発熱素子を同一チップ基板に構成することができる。さらに、その間隔を短くすることができ、温度分布が変化する領域を小さくできる。

さらに、温度センサを半導体レーザと発熱素子と略等距離の位置に配置することにより、半導体レーザと発熱素子からの発熱量の和が一定の時、検知する温度が一定になるので、注入電流を変更しても、温度制御系に影響されない光周波数制御を可能にする効果がある。

また、半導体レーザと発熱素子とを一つの温度センサに接するよう配置することにより、半導体レーザと発熱素子からの発熱量の和が一定の時、検知する温度が一定になるので、注入電流を変更しても、温度制御系に影響されない光周波数制御を可能にする効果がある。

本発明の半導体レーザ装置を用いた光送信装置は、その出力光の光周波数を高速に変更後、短時間に安定化できる効果がある。

また、発熱素子への注入電流を、半導体レーザへの注入電流との和を一定にする制御方法を発熱量制御回路に採用することで、回路を簡潔にする効果がある。



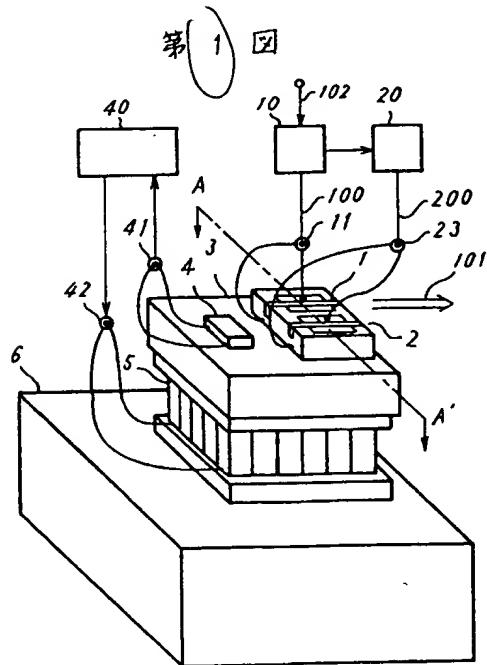
図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例のレーザ装置の斜視図、第2図は従来のレーザ装置の斜視図、第3図は従来装置の熱の流れを表した第2図のB-B'断面図、第4図は発光用半導体レーザと発熱用半導体レーザへの注入電流の関係を表すグラフ、第5図は実施例の装置の熱の流れを表す、第1図のA-A'断面図、第6図は、半導体レーザ注入電流制御回路10と発熱量制御回路20の回路例を示すブロック図である。

## 符号の説明

1…発光用半導体レーザ、2…発熱用半導体レーザ、3…システム、4…温度センサ、5…温度制御素子、6…ヒートシンク、10…注入電流制御回路、20…発熱量制御回路、40…温度制御回路、11, 21…電圧-電流変換回路、22…オペアンプ、12, 23, 41, 42…端子、100…発光用半導体レーザ注入電流、101…半導体レーザ出力光、102…入力信号、200…発熱用半導体レーザ注入電流

代理人 弁理士 小川 勝男



第2図

